

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>7</sup>

H04L 27/22

H04J 9/00

## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98806084.1

[43]公开日 2000年7月12日

[11]公开号 CN 1260092A

[22]申请日 1998.6.10 [21]申请号 98806084.1

[30]优先权

[32]1997.6.13 [33]JP [31]171184/1997

[32]1997.7.11 [33]JP [31]201036/1997

[86]国际申请 PCT/JP98/02553 1998.6.10

[87]国际公布 WO98/57470 日 1998.12.17

[85]进入国家阶段日期 1999.12.10

[71]申请人 株式会社爱伍

地址 日本东京

[72]发明人 多田俊一 白石宪一

[74]专利代理机构 中原信达知识产权代理有限公司

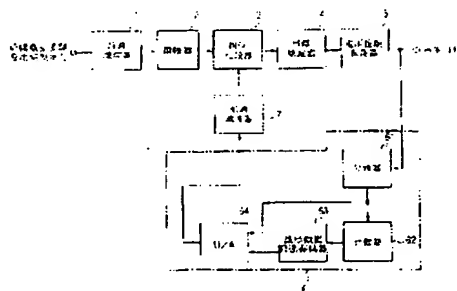
代理人 方挺余 殷

权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图页数 4 页

[54]发明名称 时钟再生电路

[57]摘要

一种时钟再生电路,在调制调幅数据多路调制信号数据期间重新产生时钟信号,该数据调幅信号同时在与调幅信号相同的频带上被多路传送。从调幅数据多路调制信号提取调幅信号的载波,通过带通滤波器(1)同时在与调幅信号相同的频带上多路传送数据调幅信号,相位比较器(3)通过循环滤波器(4)控制压控振荡器(5)的振荡频率。把压控振荡器(5)的振荡输出送到直接数字合成器(6),相位比较器(3)将通过带通滤波器(1)提取的载波相位和直接数字合成器(6)的输出相位进行比较,然后压控振荡器(5)的振荡输出与调幅信号的载波同步,以产生用于解调数据的时钟信号。



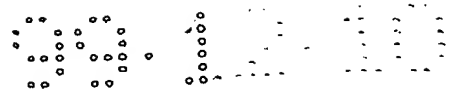
时钟再生电路

5 1. 本发明涉及在调幅数据多路解调信号的数据解调期间产生时钟信号的时钟再生电路，调幅数据多路解调信号通过同时在相同的频带内多路传输数字调制信号和振幅调制信号而获得。

10 2. 常规数据多路传送方法大致归类为由电视广播的文字多路传送广播所使用的时分多路复用方法，以及由调频广播的文字多路传送广播所使用的频率多路复用方法。由于调幅广播所占的频带狭窄，所以其不能使用频率多路复用的方法和时分多路复用的方法。迄今为止，以类似于电视或调频广播中所使用的数据多路传送广播方式来多路传送调幅调制信号和数字调制信号的调幅数据多路调制信号发生装置尚未  
15 得到实现。

13 本申请的申请人提出了一种产生调幅数据多路复用调制信号的装置，该装置可以通过多路复用调幅调制信号和数字调制信号来产生所需的调幅调制信号。当对调幅数据多路调制信号进行调幅同步检测  
20 时，该装置不会对调幅同步检测的输出产生负面影响（JP-A-8-166636）。

4 稍后将详述按照上述方法调制的调幅数据多路调制信号的具体内容。由于数字调制信号和调幅调制信号同时在相同的频带上被多路传  
25 送，所以调制方法不同于使用时分多路复用或频率复用的调制方法。因此，不可能和在常规情况下那样，通过在所选数据多路传送周期和频带上提取所需的数字调制信号，以在同步检测期间再生出一个用于信号调制的时钟信号。



5

本发明的目的是提供一种时钟再生电路，以产生一个时钟信号，在从数字调制信号和调幅调制信号在相同频带和同一时间上多路复用所得到的调幅数据多路调制信号进行数据解调时使用该时钟信号。

5 6.

10

根据本发明的一个方面，一种能够同时在相同频带内多路复用调幅调制信号和数字调制信号所获得的调幅数据多路复用调制信号进行数据解调期间再生出时钟信号的时钟再生电路包括：载波提取装置，它可从调幅数据多路传输调制信号中提取调幅调制信号的载波；相位比较装置，其接收载波提取装置提取的载波作为一个输入；压控振荡器，其振荡频率由相位比较装置的输出控制；以及分频装置，它可对压控振荡器的振荡频率进行分频，并将经分频后的频率输出到相位比较装置的另一个输入端。

15

7.

在本发明的时钟再生电路中，载波提取装置从调幅数据多路复用调制信号中提取调幅调制信号的载波，相位比较器对所提取载波的相位和分频器的输出进行比较，并根据相位比较结果来控制压控振荡器的振荡频率。因此，使压控振荡器的振荡输出与调幅调制信号的载波同步，并且，该压控振荡器的振荡输出可用作时钟信号，用于解调从调幅数据多路复用调制信号分离出来的数字调制信号。

20

8.

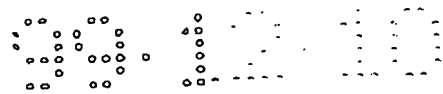
直接数字合成器可用作分频器，其输入是压控振荡器的振荡输出，其输出端提供给相位比较器的另一个输入端。

25

9.

根据本发明的另一个方面，一种能够同时在相同频带内多路传送调幅调制信号和数字调制信号所获得的调幅数据多路传送调制信号进行数据解调期间再生出时钟信号的时钟再生电路包括：频率转换装置，它用于把调幅数据多路复用调制信号频率转换成中间频率；载波提取装置，用于从转换为中间频率的调幅数据多路复用调制信号中提取调幅调制信号的载波；相位比较装置，其接收由载波提取装置提取的载波作为输入；压控振荡器，其振荡频率由相位比较装置的输出控

30



制；第一直接数字合成器，输入压控振荡器的振荡输出，并把其输出提供给相位比较器的另一个输入端；第二直接数字合成器，输入压控振荡器的振荡输出，并把其一个输出端提供给频率转换装置作为本机振荡输出。这里，在调幅数据多路复用调制信号的数据解调期间，压

根据本发明的时钟再生电路，该电路中的载波提取装置从已被转换频率的调幅数据多路复用调制信号中提取调幅调制信号的载波，相位比较器对已提取载波的相位和第一直接数字合成器的输出进行比较，并根据相位比较结果来控制压控振荡器的振荡频率，把压控振荡器的输出提供给频率转换装置作为本机振荡输出。因此，压控振荡器的振荡输出与调幅调制信号的载波同步，并且压控振荡器的振荡输出在解调从调幅数据多路调制信号中分离出的数字调制信号期间可作为时钟信号。

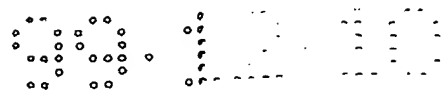
图 1 显示了根据本发明实施例的时钟再生电路结构的框图；图 2 是说明调幅数据多路调制信号产生装置结构的框图，用于说明本实施例时钟再生电路；图 3 显示了图 2 所示调幅数据多路调制信号产生装置操作的示意图；图 4 是说明根据本发明另一个实施例的时钟再生电路结构的框图。

### 第一实施例

以下将参考优选实施例对本发明的时钟再生电路进行说明。图 1 显示了根据本发明第一实施例的时钟再生电路结构的框图。

在对本发明所述的时钟再生电路进行说明之前，先参考图 2 说明一种用于产生调幅数据多路复用调制信号的装置。

在这种调幅数据多路调制信号的产生装置中，模拟信号（以下简称输入信号）如语音信号或类似的信号先被送到调幅调制器 11，在



调幅调制器 11 中，频率为  $f_c$  的载波对输入信号进行调幅调制，载波器的频率  $f_c$  由后面将要说明的分频器 112 产生。调幅调制器 11 由用于对输入信号进行模/数转换的模/数转换器 111 和用于对模/数转换器 111 的输出进行调幅调制的乘法器 112 构成。

5

该调幅数据多路调制信号产生装置还包括 QPSK 基本频带信号发生器 12，其包括：以一定频率(如 32MHz)振荡的主时钟振荡器 121；分频器 122，用于对主时钟振荡器 121 的振荡频率进行分频以产生频率为 2MHz 和 6 KHz 的信号；直接数字合成器 123，用于接收分频器 122 的 2MHz 频率的信号，并产生频率为  $f_c$  的载波、频率为  $(f_c + f_a)$  的两个正交信号和频率为  $(f_c - f_a)$  的两个正交信号；以及串/并转换器 124，用于把 6kbps 的串行数字数据 I 和 Q 转换为并行数字数据 I 和 Q。QPSK 基带数字信号发生器 12 输出串/并转换器 124 的 QPSK 基带数字信号，2MHz 频率的输出信号用作模/数转换器 111 的时钟信号，频率为  $f_c$  的输出信号被提供作为调幅调制器 112 的时钟信号，频率为 6kHz 的输出信号被提供作为串/并转换器 124 的转换时钟信号。

10

15

20

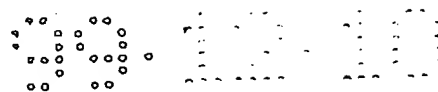
把 QPSK 基带数字信号发生器 12 输出的 QPSK 基带数字信号 I 和 Q 提供给由乘法器 131 和 132 以及加法器 133 构成的正交调制器 13，乘法器 131 把  $\cos(\omega_c + \omega_a)t$  乘以数据 I，乘法器 132 把  $\sin(\omega_c + \omega_a)t$  乘以数据 Q，加法器 133 把乘法器 131 和 132 的输出相加，从而用 QPSK 基带数字信号正交调制频率为  $(f_c + f_a)$  的载波。频率  $(f_c + f_a)$  和频率  $(f_c - f_a)$  分别与 AM 调制的上边带和下边带相对应。

25

QPSK 基带数字信号发生器 12 输出的 QPSK 基带数字信号 I 和 Q 还被提供给复共轭器 14，复共轭器 14 产生符号相反的数字信号 I 和 Q 的复共轭，复共轭器 14 可包括将 I 信号反相的反相器 141。

30

复共轭器 14 输出的 QPSK 基带数字信号 I 和 Q 被提供给由乘法器 161 和 162 以及加法器 163 构成的正交调制器 16。乘法器 161 把  $\cos(\omega$



$c - \omega a)t$  乘以数据 I, 乘法器 162 把  $\sin(\omega c - \omega a)t$  乘以数据 Q, 加法器 163 把乘法器 161 和 162 的输出相加, 从而用复共轭器 14 输出的 QPSK 基带数字信号 I 和 Q 来正交调制频率为  $(f_c - f_a)$  的载波, 加法器 17 将正交调制器 13 和 16 的输出信号相加, 加法器 18 把加法器 17 的输出信号(即数字调制信号)和调幅调制器的调幅调制信号相加, 加法器 18 的和信号被送到数/模转换器 20 并被转换为模拟信号, 以作为调幅数据多路调制信号输出。

图 3 大略说明了图 2 中所示的调幅数据多路复用调制信号产生装置的调幅数据多路复用调制过程及其构成。参考图 3, 图 3 中的 a 代表了调幅调制器 1 输出的调幅调制信号; 图 3 中的 b 代表了正交调制器 16 的输出信号, 即数字调制信号; 图 3 中的 c 代表了正交调制器 13 的输出信号, 即数字调制信号; 加法器 17 输出的数字调制信号是图 3 中所示的 b 与 c 的和; 而图 3 中的 d 代表了加法器 18 输出的调幅数据多路调制信号。

下面将说明图 2 中所示的调幅数据多路调制信号产生装置的调幅数据多路调制过程。

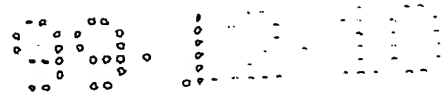
调幅调制信号  $VAM(t)$  由以下等式 (1) 表示:

$$VAM(t) = \{I + \kappa v_m(t)\} \cos \omega_c t \quad \dots (1)$$

式中的  $I$  是载波幅度,  $\omega_c$  (rad/s, 弧度/秒) 是载波角频率,  $\kappa$  是调制因数, 而  $v_m(t)$  是输入信号。

QPSK 基带数字信号发生器 12 产生的信号串 I 和 Q 表示为  $I_n$  和  $Q_n$ , 它们也被称为双位, 这里:

$$I_n = \pm 1$$



$$Q_n = \pm 1$$

QPSK 基带数字信号发生器 12 的输出信号被分流，其一路被送到提供有频率为  $(f_c + f_a)$  的载波的正交调制器 13，在正交调制器 13 上，复合信号串正交调制角速度为  $(\omega_c + \omega_a)$  (rad/s) 的载波。正交调制器 13 的输出信号  $v_{DH}(t)$  由以下等式 (2) 表示：

$$v_{DH}(t) = I_n \cos(\omega_c + \omega_a)t + Q_n \sin(\omega_c + \omega_a)t \quad \dots (2)$$

QPSK 基带数字信号发生器 12 的另一路输出信号被送到正交调制器 14 中，在这里输出信号  $I_n$  和  $Q_n$  的符号被转换为  $(-I_n)$  和  $(Q_n)$ 。将这个复合信号串送到提供有频率为  $(f_c - f_a)$  的载波的正交调制器 16，于是复合信号串正交调制角速度为  $(\omega_c - \omega_a)$  (rad/s) 的载波。正交调制器 16 的输出信号  $v_{DL}(t)$  由以下等式 (3) 表示：

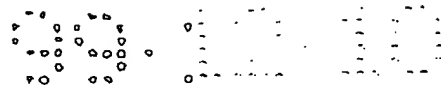
$$v_{DL}(t) = -I_n \cos(\omega_c - \omega_a)t + Q_n \sin(\omega_c - \omega_a)t \quad \dots (3)$$

等式 (2) 和等式 (3) 给出的输出信号  $v_{DH}(t)$  和  $v_{DL}(t)$  经加法器 17 求和，相加信号或数字调制信号  $v_D(t)$  由下列等式 (4) 给出：

$$\begin{aligned} v_D(t) &= v_{DH}(t) + v_{DL}(t) \\ &= I_n \cos(\omega_c + \omega_a)t + Q_n \sin(\omega_c + \omega_a)t \\ &\quad - I_n \cos(\omega_c - \omega_a)t + Q_n \sin(\omega_c - \omega_a)t \quad \dots (4) \end{aligned}$$

调幅调制信号  $v_{AM}(t)$  和数字调制信号  $v_D(t)$  经加法器 18 相加，调幅数据多路调制信号  $v(t)$  用等式 (1) 和 (4) 表示为等式 (5)：

$$\begin{aligned} v(t) &= v_{AM}(t) + v_D(t) \\ &= \{ I + k v_m(t) \} \cos \omega_c t \end{aligned}$$



$$+I_n \cos(\omega_c + \omega_a)t + Q_n \sin(\omega_c + \omega_a)t \\ - I_n \cos(\omega_c - \omega_a)t + Q_n \sin(\omega_c - \omega_a)t \quad \dots (5)$$

下面将说明按照上述方法产生的调幅数据多路调制信号期间的调幅同步检测。

对于同步检测来说，等式 (5) 被乘以载波  $\cos \omega_c t$  以得到下列等式：

$$2\{v(t)\cos \omega_c t\} \\ = \{1 + \kappa v m(t)\} + I_n \cos \omega_a t + Q_n \sin \omega_a t \\ - I_n \cos(-\omega_a)t + Q_n \sin(-\omega_a)t \\ + \{1 + \kappa v m(t)\} \cos 2\omega_c t + I_n \cos(2\omega_c + \omega_a)t \\ + Q_n \sin(2\omega_c + \omega_a)t - I_n \cos(2\omega_c - \omega_a)t + Q_n \sin(2\omega_c - \omega_a)t$$

调幅同步检测器有一个低通滤波器以除去高频成分，因此上述等式可变为下面的等式 (6)：

$$2\{v(t)\cos \omega_c t\} \\ = \{1 + \kappa v m(t)\} + I_n \cos \omega_a t + Q_n \sin \omega_a t \\ - I_n \cos(-\omega_a)t + Q_n \sin(-\omega_a)t \\ = \{1 + \kappa v m(t)\} + I_n \cos \omega_a t + Q_n \sin \omega_a t \\ - I_n \cos \omega_a t - Q_n \sin \omega_a t \\ = 1 + \kappa v m(t) \quad \dots (6)$$

由等式 (6) 可见，数字调制信号成分被抵消了。因此，如果消除了等式 (6) 的直流成分并将留下的信号放大，则原始信号  $v m(t)$  可在其被本实施例所述的调幅数据多路复用调制信号产生装置调制之前被拾取。因此可以了解，通过由图 2 中所示的同步检测调幅多路复用信



号发生器调制的调幅数据多路复用调制信号所获得的调幅同步检测信号未受到负面的影响。

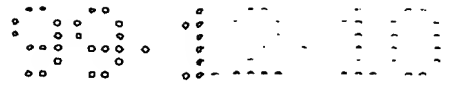
图 2 中所示的 QPSK 基带信号发生器也可以使用其它的调制方法，如 PSK、ASK、QAM、FSK、MSK、或其他类似的方法。尽管本实施例使用了频率为  $(f_c + f_a)$  和  $(f_c - f_a)$  的两个数字调制载波，也可以使用两个或两个以上的数字调制载波，如多载波、频率跳跃、OFDM、或其他类似的方法。

通过同时在相同频带上多路复用数字调制信号和调幅调制信号，就可以得到按照上述方法调制的调幅数据多路复用调制信号。因此，上述方法与时分复用传输和频率多路复用调制方法的不同之处在于，它不能在所选择的数据多路复用周期和频带上通过提取所需数字调制信号来重新产生时钟信号。

如图 1 所示，在根据本发明实施例的时钟再生电路中，调幅数据多路调制信号被送到带通滤波器 1(其频带比调幅数据多路复用调制信号的带宽要窄)，以提取调幅调制信号的载波。已提取到的载波被送到限幅器 2，以除去带通滤波器 1 未滤掉的调幅调制成分。限幅器 2 的输出被提供给相位比较器 3。

相位比较器 3 的输出被提供给含有低通滤波器的循环滤波器 4，循环滤波器 4 将该输出作平滑处理后送到压控振荡器 5 以作为频率控制电压。从而将压控振荡器 5 的振荡输出自由振荡频率设置为 32MHz。压控振荡器 5 的振荡输出被作为时钟再生信号而输出，并被送到直接数字合成器 6 中。

在直接数字合成器 6 中，压控振荡器 5 的振荡输出被分频为 2MHz 频率的信号，分频器 61 输出的分频信号被送到计数器 62。通过用计数器的计数作为地址，就可从存放波形的波形只读存储器中读出波形的



数据。从波形只读存储器中读出的波形数据被送到数/模转换器 64 并被其转换为模拟信号，该模拟信号被送给低通滤波器 7 消除混叠成分并被送给相位比较器 3，分频器 61 的输出被提供给数/模转换器 64 以作为其转换时钟信号。

5

10

15

在本实施例中，即使压控振荡器 5 的 32MHz 振荡频率不是输入频率（接收频率，如 954kHz、1242kHz、或类似的频率、或中间频率）的整数倍（分频器 61 的划分率），但仍具有整数倍的系数，也能获得具有预定再生时钟频率的再生时钟信号。因此，通过使用具有波形数据只读存储器 63 的直接数字合成器，就可以得到频率为预定再生时钟频率的再生时钟信号，因此有必要预先设置输入频率。所以，波形数据只读存储器 63 存放具有输入频率的正弦信号，根据输入频率，与计数器 62 的计数相对应的波形数据被从波形数据只读存储器 63 读出，并被转换为模拟信号，然后送到相位比较器。即，通过预先存储与输入频率对应的波形数据，就可利用直接数字合成器以获得预定的再生时钟。

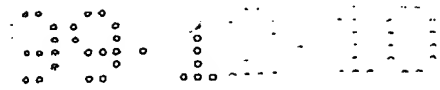
20

在根据本发明实施例的上述时钟再生电路中，带通滤波器 1 从调幅数据多路调制信号中提取调幅调制信号的载波，限幅器 2 去除带通滤波器 1 未消除掉的提取载波中的调幅调制成分，然后该载波被送到相位比较器 3 以作为参考信号。

25

循环滤波器 4 使相位比较器 3 的输出平滑，并根据循环滤波器 4 的输出控制压控振荡器 5 的振荡频率。压控振荡器 5 的自由振荡频率被设置为 32MHz。直接数字合成器 6 将压控振荡器 5 的输出频率进行分频，对分频信号进行计数，并根据计数器 62 的计数值从波形数据只读存储器 63 中读出波形数据，数/模转换器 64 把该波形数据转换为模拟信号，并经低通滤波器 7 送到相位比较器 3 与调幅调制信号的载波进行比较。

30



如果数/模转换器 64 输出信号的频率与调幅调制信号的载波频率不同，则一个相应于频率差的脉动将被叠加在循环滤波器 4 的输出上，从而使压控振荡器 5 的振荡频率发生变化。因此，调幅调制信号和经数/模转换器 64 的低通滤波器 7 的输出信号的载波频率与调幅调制信号的载波相同步。

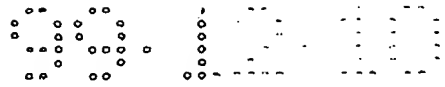
因此，压控振荡器 5 的振荡输出变为与调幅调制信号的载波同步的时钟信号，压控振荡器 5 的振荡输出可用作对从调幅数据多路调制信号分离出来的数字调制信号进行解调的时钟信号。

在根据上述本发明实施例所述的时钟再生电路中，直接数字合成器 6 的使用是作为一个例子。除了直接数字合成器 6 以外，还可以用其他分频器。另外，在根据上述本发明实施例的时钟再生电路中，虽然采用了 QPSK 作为数字调制方法，也可用其他调制方法，如具有类似优点的 PSK、ASK、QAM、FSK 和 MSK 等。

## 第二实施例

图 4 中所示的是根据本发明的另一个实施例的时钟再生电路。参考图 4 可见，调幅数据多路调制信号被送到频率转换器 201，以将其转换为中间频率。带通滤波器 202 的频带比调幅数据多路调制信号的带宽要窄，它可限制转换成中间频率的调幅数据多路调制信号的带宽。带通滤波器 202 从调幅数据多路调制信号中提取调幅调制信号的载波。

由带通滤波器 202 提取的载波还被送到限幅器 203，以去除带通滤波器 202 未滤掉的调幅调制成分。限幅器 203 的输出被送到相位比较器 204，相位比较器 204 的输出被送到含有一个低通滤波器的循环滤波器 205，后者可将相位比较器的输出平滑后送到压控振荡器 206 以作为频率控制信号。压控振荡器 206 的振荡输出作为时钟再生信号输出，同时还提供给直接数字合成器 207。



直接数字合成器 207 输出的波形数据的频率等于经频率转换后的载波频率，例如与电压控制振荡器 206 的振荡输出相一致。直接数字合成器 207 输出的波形数据被送到数/模转换器 208 并转换为模拟信号，转换后模拟信号的频率等于经过转换的载波频率，并在低通滤波器 209 中滤掉混叠成分后送到相位比较器 204，根据相位比较器 204 的输出控制压控振荡器 206 的振荡频率。

压控振荡器 206 的振荡输出还被送到另一个直接数字合成器 210，它可输出的频率等于本机振荡频率波形数据。直接数字合成器 210 输出的波形数据被送到数/模转换器 211 以转换为模拟信号，经转换的模拟信号的频率等于本机振荡频率，并在低通滤波器 212 中滤掉混叠成分后送到频率转换器 201 作为本机振荡输出，从而把调幅数据多路调制信号转换成中间频率。

在根据本发明第二实施例的上述时钟再生电路中，调幅数据多路复用调制信号被转换成中间频率，带通滤波器 202 从转换成中间频率的调幅数据多路复用调制信号中提取调幅调制信号的载波，限幅器 203 去除带通滤波器 202 未滤掉的提取载波中的调幅调制成分后，将其作为参考信号送到相位比较器 204。

循环滤波器 205 平滑相位比较器 204 的输出，并根据循环滤波器 205 的输出控制压控振荡器 206 的振荡频率。压控振荡器 206 的振荡输出被送到直接数字合成器 207 中，后者输出的波形数据的频率等于经过转换的载波频率。该波形数据经数/模转换器 208 转换成模拟信号，再经低通滤波器 209 去除混叠噪声后，相位比较器 204 对该模拟信号的相位与限幅器 203 输出的经频率转换后的调幅调制信号的载波进行比较。

如果数/模转换器 208 输出信号的频率与经过频率转换后的调幅调制信号的载波频率不同，则与该频率差相对应的一个脉动将被叠加在循环滤波器 205 的输出上，从而使压控振荡器 206 的振荡频率产生变化，因此，直接数字合成器 207 和 210 输出的波形数据的频率被改变，使数/模转换器 208 和 211 的输出信号的频率也被改变。因此，来自数/模转换器 208 并经过低通滤波器 209 的输出信号集中到经过频率转换的调幅调制信号的载波频率上，而来自数/模转换器 211 并经过低通滤波器 212 的输出信号则集中到用于频率转换的本机振荡频率上。因此，压控振荡器 206 的振荡频率和经过频率转换的调幅调制信号的载波同步。

这样，压控振荡器 106 的振荡输出变为和调幅调制信号的载波同步的时钟信号，并且压控振荡器 206 的振荡输出可用作解调从调幅数据多路调制信号中分离出来的数字调制信号的时钟信号。

如上所述，根据本发明的时钟再生电路，能够实现在数据解调通过同时在相同频带上多路传输数字调制信号和调幅调制信号获得调幅数据多路调制信号的期间，重新产生一个时钟信号。